

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-155836

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

A61B 5/11
A63B 23/035
A63K 3/00

(21)Application number : 10-063717

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC WORKS
LTD

(22)Date of filing : 13.03.1998

(72)Inventor : MURAKAMI SOJI
SEKINE OSAMU
SHINOMIYA YUICHI
YOSHIDA YUKIO
NOMURA JUNJI

(30)Priority

Priority number : 09260705

Priority date : 25.09.1997

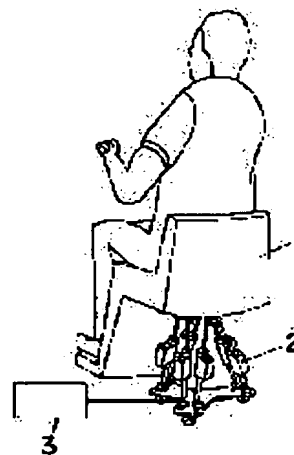
Priority country : JP

(54) MOVEMENT ANALYZING METHOD AND MOVEMENT AUXILIARY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain stimulation suitable for preventing lumbago and improving a balancing function by providing forcible swinging for the tensing/slackening of a muscle group mainly in a waist part to a seat, measuring three-dimensional position information in the vicinity of the waist and the tensing/slackening state of the muscle group mainly in the waist and corresponding these to each other.

SOLUTION: A controller 3 is constructed by using a computer device, and controls a parallel mechanism 2 based on control information written beforehand from a data input section in a data storage section. For the data input section, a three-dimensional sensor attached to the vicinity of a human coccyx part, a motion capture composed of a plurality of TV cameras for detecting a position by picking up the image of the sphere of reflection attached to the vicinity of the human waist or the like is used. For performing this measuring, measuring time is adjusted beforehand for a surface muscle potential and three-dimensional position information. In other words, based on correspondence by time, the tensing/slackening of a muscle caused by any changes in a waist position is known.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of

THIS PAGE BLANK (USPTO,

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Motion analytical method characterized by giving a compulsory splash to a seat so that the muscular group which makes the lumbar part a subject in the condition of having sat down on the seat may become tense and loosen, measuring the condition of stress and relaxation of the muscular group which makes a subject the positional information and the lumbar part of a three dimension near the lumbar part, and matching both.

[Claim 2] A seat is motion analytical method according to claim 1 which is the saddle attached in the horse, and is characterized by starting measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using the motion capture which has arranged two or more sets of TV cameras, while attaching sphere of reflection near the lumbar part.

[Claim 3] A seat is motion analytical method according to claim 1 which is the seat of the simulator which simulates the motion on a saddle, and is characterized by starting measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using a magnetic metering device.

[Claim 4] Motion analytical method characterized by extracting the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for training of the muscular group relevant to prevention of low back pain] the lumbar part from the measurement result of claim 1 thru/or claim 3.

[Claim 5] Motion analytical method characterized by extracting the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for training of the muscular group relevant to balance maintenance] the lumbar part from the measurement result of claim 1 thru/or claim 3.

[Claim 6] It is the motion auxiliary device which is equipped with the seat where a trainee sits down, the driving means which makes a seat rock by the three dimension, and the control means which directs the location of a seat to a driving means, and is characterized by determining the location of the seat in each time of day using the information about the impaction efficiency of the three dimension near

[suitable for prevention of the low back pain extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part.

[Claim 7] It is the motion auxiliary device according to claim 6 which is equipped with a data storage means to store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the quick time and gallop of a horse , respectively] the lumbar part , and is characterized by a control means give the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carried out from a data storage means to a driving means .

[Claim 8] It is the motion auxiliary device according to claim 6 characterize by to have a data-storage means store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the footpace of a horse] the lumbar part , and for a control means to superimpose the change pattern accompanied by a sudden change on the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carry out from a data storage means to irregular timing , and to give a driving means .

[Claim 9] A driving means is claim 6 characterized by being constituted by three degrees of freedom so that a seat may be made to rock about the vertical direction, a roll, and a pitch thru/or a motion auxiliary device according to claim 8.

[Claim 10] The seat where a trainee sits down, and the driving means which makes a seat rock by the three dimension, The control means which directs the location of a seat to a driving means, An electrical-parameter-extraction means to perform orthogonal transformation to the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part, and to ask for a multiplier group as a parameter, The motion auxiliary device characterized by having the operation means given to a control means in quest of the location data which consist of two or more elements in which the location of the seat of each time of day is shown using the parameter stored in a data storage means to memorize a parameter, and the parameter storage means.

[Claim 11] Said operation means is a motion auxiliary device according to claim 10 characterized by adding the change value of a random number to each element of location data, and giving a control means.

[Claim 12] Said operation means is a motion auxiliary device according to claim 10 characterized by adding the change value which has $1/f$ fluctuation in each element

of location data, and giving a control means.

[Claim 13] Said operation means is a motion auxiliary device according to claim 10 characterized by carrying out the multiplication of the multiplier to at least 1 element of location data, and giving a control means.

[Claim 14] The motion auxiliary device according to claim 10 characterized by making adjustable the time interval which gives location data to a control means from said operation means.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the motion auxiliary device which can make prevention of the motion analytical method for creation of data required for prevention of low back pain, or training of a balance function, and low back pain, and the motion for training of a balance function perform to a trainee.

[0002]

[Description of the Prior Art] Give a stimulus (generally an oscillation and a splash) to a trainee, it is made to exercise compulsorily conventionally, and the various proposals of the motion auxiliary device which acquired the specific motion effectiveness are made. There are some which were indicated by JP,7-67924,A as this kind especially proposed for relaxation of low back pain, or prevention of a motion auxiliary device. When people have the saddle (seat) which straddles and sits down and do both-way migration of the saddle in order, it is made for the motion auxiliary device indicated by this official report to become tense and loosen the muscular group which makes the lumbar part a subject.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, also by that to which a seat is moved simply approximately, a certain thing of a certain amount of effectiveness to relaxation or prevention of low back pain is not enough, and the high motion auxiliary device of effectiveness is demanded further. In view of the above-mentioned reason, it succeeds in this invention, and is for that the object offers the motion analytical method which enabled it to ask for the stimulus suitable for prevention of low back pain, or improvement in a balance function, and providing the motion auxiliary device which trains the muscular group which makes the lumbar part a subject, and aims at prevention of low back pain, and improvement in a balance function.

[0004]

[Means for Solving the Problem] Invention of claim 1 gives a compulsory splash to a seat so that the muscular group which makes the lumbar part a subject in the condition of having sat down on the seat may become tense and loosen, it measures the condition of stress and relaxation of the muscular group which makes a subject the positional information and the lumbar part of a three dimension near the lumbar part, and matches both. According to this approach, in order to strengthen the muscular group which matches the activity of the muscular group which makes a subject the location change and the lumbar part near the lumbar part, and is useful to prevention of low back pain, or the consolidation of a balance function, it is easily analyzable what kind of location change should be given to the lumbar part. In addition, vocabulary called the location of a three dimension is used in semantics including a parallel displacement and a rotation. That is, the variation rate and inclination of right and left and the upper and lower sides are included approximately.

[0005] In invention of claim 1, a seat is the saddle attached in the horse, and invention of claim 2 starts measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using the motion capture which has arranged two or more sets of TV cameras while attaching sphere of reflection near the lumbar part. Since motion capture is used by this approach, following in footsteps of a motion [a actual horse] is possible.

[0006] In invention of claim 1, invention of claim 3 is the seat of the simulator by which a seat simulates the motion on a saddle, and it starts measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using a magnetic metering device. By this approach, it becomes possible to create data indoors, without using a horse actually.

[0007] Invention of claim 4 extracts the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for training of the muscular group relevant to prevention of low back pain] the lumbar part from the measurement result of claim 1 thru/or claim 3. Invention of claim 5 extracts the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for training of the muscular group relevant to balance maintenance] the lumbar part from the measurement result of claim 1 thru/or claim 3.

[0008] Invention of claim 4 and claim 5 is a desirable embodiment. Invention of claim

6 is equipped with the seat where a trainee sits down, the driving means which makes a seat rock by the three dimension, and the control means which directs the location of a seat to a driving means, and the location of the seat in each time of day is determined by the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for prevention of the low back pain extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part. According to this configuration, a trainee only sits down on a seat, it can strengthen the muscular group which makes the lumbar part a subject, without doing one's best especially in a muscular consolidation, and can perform prevention of low back pain, and the consolidation of a balance function.

[0009] Invention of claim 7 is equipped with a data storage means to store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the quick time and gallop of a horse, respectively in invention of claim 6] the lumbar part, and a control means gives the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carried out from a data storage means to a driving means.

[0010] Invention of claim 8 is equipped with a data-storage means store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the footpace of a horse in invention of claim 6] the lumbar part, and a control means superimposes the change pattern accompanied by a sudden change on the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carried out from a data-storage means to irregular timing, and gives it to a driving means.

[0011] Invention of claim 7 and claim 8 is a desirable embodiment, especially invention of claim 7 has effectiveness in prevention of low back pain, and invention of claim 8 has effectiveness in the consolidation of a balance function. The driving means is constituted by three degrees of freedom so that invention of claim 9 may make a seat rock about the vertical direction, a roll, and a pitch in invention of claim 6 thru/or claim 8. While according to this configuration the same effectiveness as the case where the driving means of six degrees of freedom is used can be realized by the driving means of three degrees of freedom and generation of a unit pattern becomes easy, cost can be reduced also about a device.

[0012] The driving means which invention of claim 10 makes rock the seat where a trainee sits down, and a seat by the three dimension, The control means which directs the location of a seat to a driving means, An electrical-parameter-extraction

means to perform orthogonal transformation to the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impact efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part, and to ask for a multiplier group as a parameter, It has the operation means given to a control means in quest of the location data which consist of two or more elements in which the location of the seat of each time of day is shown using the parameter stored in a data storage means to memorize a parameter, and the parameter storage means. According to this configuration, since what is necessary is just to store the parameter with little amount of data in the data storage means as compared with the unit pattern in addition to the same operation as invention of claim 6, the amount of data stored in the data storage means can be reduced.

[0013] In invention of claim 10, said operation means adds the change value of a random number to each element of location data, and gives invention of claim 11 to a control means. With this configuration, since the random number is added to location data, if the amplitude of the random number added to location data is small set up as compared with the amplitude of the time series of location data Not to mention stopping being a periodic and monotonous motion and the effectiveness of prevention of low back pain or relaxation being acquired, though a motion of a seat reflects location data It can prevent weariness arising or coming to maintain balance, without a habituation using the muscles of the lumbar part, and high effectiveness can be acquired to the consolidation of the muscular group which makes the lumbar part a subject.

[0014] In invention of claim 10, invention of claim 12 adds the change value said whose operation means has $1/f$ fluctuation in each element of location data, and gives it to a control means. According to this configuration, since $1/f$ fluctuation is contained in the splash of a seat, in addition to the same operation as invention of claim 11, the natural fluctuation which is not a mechanical and unnatural motion will be included in the splash of a seat.

[0015] In invention of claim 10, said operation means carries out the multiplication of the multiplier to at least 1 element of location data, and gives invention of claim 13 to a control means. According to this configuration, since the amplitude which a seat rocks by setting up a multiplier suitably can be changed in addition to the same operation as invention of claim 6, according to whenever [acquisition / of a user], or a habituation, the strength of a splash is changeable.

[0016] Invention of claim 14 makes adjustable the time interval which gives location data to a control means from said operation means in invention of claim 10.

According to this configuration, by changing the time interval which gives location data to a control means in addition to the same operation as invention of claim 6, the repeat period of a splash of a seat can change and change can be given to the speed which a seat rocks.

[0017]

[Embodiment of the Invention] (Operation gestalt 1) This operation gestalt moves the seat 1 where a trainee takes a seat according to the parallel mechanism 2 as a driving means, as shown in drawing 1 R> 1. Motion control of a parallel mechanism 2 is performed by the control unit 3 including the control means mentioned later.

[0018] A parallel mechanism 2 is equipped with the standing ways 21 fixed to an orientation, and the movable base 22 supported above the standing ways 21 through six feet 23 as shown in drawing 2 . Each foot 23 is combined through universal joints 24a and 24b to standing ways 21 and the movable base 22, respectively. Moreover, each foot 23 consists of rod 23b which consists of a ball screw inserted free [an attitude] into support cylinder 23a combined with standing ways 21 through universal joint 24a, and support cylinder 23a, and actuator 23c which it has [c] the gear which meshes to rod 23b, and makes rod 23b move with the revolution of right reverse. The point of rod 23b is combined with the movable base 22 through universal joint 24b. Therefore, if actuator 23c of each foot 23 is controlled, respectively and the amount of attitudes of rod 23b is adjusted, the location of the movable base 22 to standing ways 21 can be adjusted suitably.

[0019] Six feet 23 detach foot 23 comrades which are combined with standing ways 21 as approached at a time in two, and are combined by approaching to standing ways 21, and have combined them with the movable base 22. By such configuration, control of six degrees of freedom of the parallel displacement of three directions which intersect perpendicularly mutually, and a rotation centering on the shaft of each direction is attained. That is, the migration which combined rectilinear-propagation round trip migration of right and left and the upper and lower sides and the revolution round trip migration around an antero-posterior axis, a lateral axis, and a normal axis is attained approximately, and the movable base 22 moves with six degrees of freedom at the seat 1 combined with the movable base 22 as a result. The movable base 22 of a parallel mechanism 2 will perform those compounded actuation rather than the actuation decomposed into above rectilinear-propagation migration and rotations actually.

[0020] In order to give the following explanation easy, system of coordinates centering on a seat 1 are introduced. That is, the rectangular coordinate system of the right-hand system which makes the cross direction of a seat 1 X shaft

orientations, makes Y shaft orientations and the vertical direction Z shaft orientations for a longitudinal direction, and sets a zero as the core of the standing ways 21 of a parallel mechanism 2 is set up. A deer is carried out, and while the location of the three directions of X shaft orientations, Y shaft orientations, and Z shaft orientations is adjustable, as for the movable base 22 of a parallel mechanism 2, the inclination of the circumference of each shaft of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis becomes adjustable. The revolution of the circumference of a pitch and the Z-axis is called [the revolution of the circumference of the X-axis] a yaw for the revolution of the circumference of a roll and a Y-axis.

[0021] A control device 3 is constituted using a computer apparatus, and controls a parallel mechanism 2 based on the control information (positional information) beforehand written in the data storage section (data storage means) 32 from the data input section 31 to be shown in drawing 3 . As the data input section 31, the three-dimension sensors (a magnetic instrumentation, gyroscope sensor, etc.) attached near people's coccyx are used, or the motion capture which consists of two or more sets of the TV cameras which picturize the sphere of reflection (spherical reflective object) attached near people's lumbar part, and detect a location is used. About generation of control information, it mentions later.

[0022] The data storage section 32 consists of semiconductor memory, and the control information stored in the data storage section 32 is changed into the die length of each foot 23 of a parallel mechanism 2 in operation part 30 (such a conversion operation is called reverse kinematics count). The result of an operation in operation part 30 is given to the actuator control section 33. In the actuator control section 33, the amount of actuation of actuator 23c according to the die length of each foot 23 for which it asked by operation part 30 is decided, and actuator 23c is driven through an actuator 34. An actuator 34 controls the energization to actuator 23c based on the amount of actuation decided by the actuator control section 33. That is, a control means is constituted by operation part 30, the actuator control section 33, and the actuator 34 in this operation gestalt.

[0023] By the way, the control information stored in the data storage section 32 As shown in a table 1, 6 groups with the location X_i of X shaft orientations, Y shaft orientations, and Z shaft orientations, Y_i , Z_i (i is a positive number), inclination (roll, pitch, yaw) θ_{X_i} of the circumference of the X-axis, the circumference of a Y-axis, and the circumference of the Z-axis, θ_{Y_i} , and θ_{Z_i} (i is a positive number) are set up with a fixed time interval about a seat 1. This control information is the time series data generated as mentioned later, and one period is stored as a

series of oscillating patterns with periodicity. Below, such a series of oscillating patterns are called unit pattern. This unit pattern is divided with a fixed time interval shorter enough than one period, and the above-mentioned 6 groups are set up for every break. In short, the unit pattern is constituted by the time series data of 6 groups.

[0024]

[A table 1]

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
T ₁	X ₁	Y ₁	Z ₁	θ_{x1}	θ_{y1}	θ_{z1}
T ₂	X ₂	Y ₂	Z ₂	θ_{x2}	θ_{y2}	θ_{z2}
T ₃	X ₃	Y ₃	Z ₃	θ_{x3}	θ_{y3}	θ_{z3}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
T _n	X _n	Y _n	Z _n	θ_{xn}	θ_{yn}	θ_{zn}

[0025] Based on control information (unit pattern) as shown in a table 1, if reverse kinematics count is performed to the data of each time of day of a table 1 by operation part 30, the die length L_{ij} (i= 1-6j positive number) of each foot 23 of a parallel mechanism 2 can be found. That is, as shown in a table 2, the die length L_{ij} of six feet (a table 2 has expressed on foot 1-6) 23 in a fixed time interval is found.

[0026]

[A table 2]

時刻	脚 1	脚 2	脚 3	脚 4	脚 5	脚 6
T ₁	L ₁₁	L ₂₁	L ₃₁	L ₄₁	L ₅₁	L ₆₁
T ₂	L ₁₂	L ₂₂	L ₃₂	L ₄₂	L ₅₂	L ₆₂
T ₃	L ₁₃	L ₂₃	L ₃₃	L ₄₃	L ₅₃	L ₆₃
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
T _n	L _{1n}	L _{2n}	L _{3n}	L _{4n}	L _{5n}	L _{6n}

[0027] By the way, if a seat 1 is made to rock how in order to train the muscular group which makes the lumbar part a subject for the purpose of prevention of low back pain, or improvement in a balance function, it must analyze how the muscular group which makes the lumbar part a subject becomes tense and loosens. Then, if it surveys how the muscular group which makes the lumbar part a subject becomes tense and loosens when what kind of stimulus (splash) is given to those who are on a simulator which performs the same actuation as people and the horse which are carrying out horse riding, in order to train those muscular groups, it turns out what

kind of stimulus should be given, and understands [what kind of thing is desirable as a splash pattern given to a seat 1, and].

[0028] The following approaches are adopted for extracting a unit pattern. First, sphere of reflection 11 is attached in the back around [waist] those who ride on a horse, and right and left like drawing 4 . Moreover, the myoelectric potential measurement sensor 12 used with a telemeter so that the surface myoelectric potential of the musculus erector spinae, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis can be measured is attached. A motion of sphere of reflection 11 is detected by the motion capture which has arranged two or more sets of high sensitivity TV cameras 13 around the transit route (the arrow head A shows the migration direction) of a horse like drawing 5 , and detects the positional information of the three dimension near the lumbar part. Surface myoelectric potential and the positional information of a three dimension double measurement start time in the case of this measurement. That is, when the location of the waist changes how by matching by time of day, it can know which muscles became tense and loosened how. Specifically, the positional information of a three dimension like drawing 6 (a) and the measurement data of myoelectric potential like drawing 6 (b) will be matched.

[0029] In the extract of a unit pattern, data may be collected about the person who rode on the simulator which moves like a horse. That is, as shown in drawing 7 , it may drive according to the parallel mechanism 2 which mentioned above seat 1a of a saddle shape, and the same splash as a horse may be given, and the information on stress and relaxation of the muscular group which makes a subject the positional information and the lumbar part of a three dimension may be collected. Moreover, since this kind of equipment is used indoors, it can use a magnetic metering device as a means to collect the positional information of the three dimension of the lumbar part. The positional information of a three dimension and the measurement data of myoelectric potential are matched by time of day like those who have ridden on the horse also in this case.

[0030] By the way, it is thought that the low back pain called low back pain, especially position lumbago is generated in the following processes. That is, a bone comes to support the truncus directly in the part of the joint of a pelvis and the backbone, without using muscles, such as a sit-up and the back. This is in the condition which stands with the antinode near at hand as projected. It stops using a back group (especially musculus erector spinae), and stops next, also using a sit-up after that. In this way, a nerve comes to be suppressed and the symptoms of low back pain are shown. Since the symptoms of low back pain develop in such a

process, if it is going to prevent low back pain, it turns out that what is necessary is just to strengthen these muscular groups.

[0031] When this invention persons performed measurement mentioned above, the motion of two rhythm centering on the vertical movement corresponding to quick time acquired the knowledge of urging the activity of the latissimus dorsi located in the back of a navel, and the latissimus dorsi of the 50mm upper part, among the gaits of a horse. Surface myoelectric potential was measured from the recti abdominis of the navel section, and a navel by the recti abdominis on 50mm, the right-hand side musculus obliquus externus abdominis, the left-hand side musculus obliquus externus abdominis, and the latissimus dorsi of the back of a navel, and measured it by six places of the latissimus dorsi on 50mm from the navel here. Consequently, the result of urging the activity of the muscles of the musculus erector spinae and a back core to the oscillation by quick time among the muscular groups which make the lumbar part a subject was obtained (the location of the three dimension in quick time is shown in drawing 8 , and the electromyogram in quick time is shown in drawing 9). moreover, drawing 9 (a) -- the recti abdominis of the navel section, and this drawing (b) -- a navel -- as for the right-hand side musculus obliquus externus abdominis and this drawing (d), the recti abdominis on 50mm and this drawing (c) show the latissimus dorsi on 50mm from a navel to the left-hand side musculus obliquus externus abdominis and this drawing (e), as for the latissimus dorsi of the back, and this drawing (f). The same is said of the following electromyograms. Moreover, the motion of three rhythm which emphasizes the revolution to order focusing on the vertical movement corresponding to gallop acquired the knowledge of urging the activity of recti abdominis (the location of the three dimension in gallop is shown in drawing 10 , and the electromyogram in gallop is shown in drawing 11). That is, if the motion by quick time and gallop is combined, a sit-up and the back can be strengthened. Since the onset of low back pain can be prevented if the symptoms of low back pain develop and a sit-up and the back are strengthened by not using muscles, such as a sit-up and the back, as the onset process of low back pain mentioned above explained on the other hand, if the splash corresponding to quick time and gallop is given, the onset of low back pain can be prevented.

[0032] According to an above-mentioned viewpoint, the unit pattern corresponding to quick time and gallop is created based on location survey data, and it stores in the data storage section 32. In aiming at prevention of low back pain, it connects serially the unit pattern of quick time as shown in drawing 12 (a) stored in the data storage section 32, and (b), and gallop (in the example of a graphic display, the

period of T1 and the unit pattern of gallop is set to T2 for the period of the unit pattern of quick time). However, since change becomes discontinuous in case a different unit pattern is connected, a bond pattern is used and interpolated in order to connect both the unit pattern smoothly like drawing 12 (c) (the period of a bond pattern is made into T3).

[0033] Being strengthened with on the other hand training the muscular group which makes the lumbar part a subject also about a balance function is known. According to research of this invention persons, among the gaits of a horse, a motion of four rhythm centering on the vertical movement corresponding to a footpace stimulates the activity of the musculus obliquus externus abdominis on either side, and the knowledge of using a sit-up to the shake of right and left is acquired (the location of the three dimension in a footpace is shown in drawing 13 , and the electromyogram in a footpace is shown in drawing 14).

[0034] However, in order to come to predict a motion in about 2 – 3 seconds to a periodic shake and to strengthen a balance function with a normal person's balance maintenance function, there is little effectiveness only at a periodic shake. So, in this operation gestalt, the abrupt change is given to irregular timing with the acceleration within the limits at which safety is maintained. That is, a change pattern like drawing 15 (b) which contains an abrupt change with a unit pattern like drawing 15 (a) is prepared for the data storage section 32. It is superimposing a change pattern like drawing 15 (b) to irregular timing, although the unit pattern of drawing 15 (a) is connected serially fundamentally. It enables it to give an abrupt change like drawing 15 (c) (in the example of a graphic display, the period of the unit pattern of a footpace is made into T four, and the period which superimposes the change pattern is shown as T5).

[0035] As explained above, various kinds of unit patterns, change patterns, etc. are stored in the data storage section 32, and a splash pattern is generated by connecting serially, interpolating a unit pattern, or superimposing it in operation part 30. Thus, since a splash pattern is generated by various kinds combining two or more unit patterns, though a small number of unit pattern is used comparatively, a complicated splash pattern can be generated, and a splash pattern can be generated economically.

[0036] The splash pattern generated by operation part 30 is given to a parallel mechanism 2 through the actuator control section 33 and an actuator 34 as mentioned above, and a seat 1 rocks it by actuation of a parallel mechanism 2. Moreover, according to a splash pattern, it can use for prevention of low back pain, or the consolidation of a balance function as mentioned above.

(Operation gestalt 2) Although the operation gestalt 1 is driving the seat 1 with six degrees of freedom of X shaft orientations, Y shaft orientations, Z shaft orientations, and the inclination (a roll, a pitch, yaw) of the circumference of the X-axis, the circumference of a Y-axis, and the circumference of the Z-axis, effectiveness is acquired by prevention of low back pain, and the consolidation of a balance function even if it drives a seat 1 with three degrees of freedom. Especially, the knowledge that there was high effectiveness was acquired in Z shaft orientations, a pitch, and the combination of a roll.

[0037] When the seat 1 was driven using the unit pattern of a footpace and the surface myoelectric potential of various muscles was measured about three persons, a result like drawing 16 thru/or drawing 18 was obtained for every everybody. Nine kinds shown in each drawing of results are results when only the X-axis (**), a Y-axis (**), the Z-axis (**), a yaw (**), a pitch (**), and one degree of freedom each of a roll (**) drive a seat 1 by nine kinds of each of the combination (**) of a pitch and a roll, the combination (**) of the X-axis, a pitch, and a roll, and the combination (**) of the Z-axis a pitch, and a roll. Moreover, it is the percentage of the myoelectric potential in the above-mentioned actuation over the myoelectric potential at the time of driving the axis of abscissa of each drawing by the muscular class, and driving an axis of ordinate with six degrees of freedom. Furthermore, the result similarly measured about gallop is shown in drawing 19 thru/or drawing 21.

[0038] Although there is dispersion in these measurement results, even when a seat 1 is driven with Z shaft orientations, a pitch, and three degrees of freedom of a roll, it turns out that the muscular group which has effectiveness in prevention of low back pain or the consolidation of a balance function can be trained. Therefore, as compared with the case where a parallel mechanism is used as a driving means, reduction of large cost is attained by making a seat 1 rock using the driving means of such three degrees of freedom. Other configurations and actuation are the same as that of the operation gestalt 1.

[0039] (Operation gestalt 3) With the operation gestalt 1, although the unit pattern is stored in the data storage section 32, when the number of the time series data of 6 groups which constitute a unit pattern increases, the big storage capacity as the data storage section 32 will be required. That the number of time series data increases is the case where set up short the time interval of the time series data which constitute the unit pattern, or the period of a unit pattern becomes long.

[0040] So, with this operation gestalt, while reducing the amount of data stored in the data storage section 32, discrete orthogonal transformation has been performed to the time series data which constitute a unit pattern so that grasp of the property

of a unit pattern may become easy. A multiplier train is extracted by performing discrete Fourier transform to the time series data which specifically constitute a unit pattern. If orthogonal transformation is performed, since the description will generally concentrate on the multiplier of a low degree, even if it omits a high order multiplier, reverse orthogonal transformation can restore the information near the information on original. Then, if distortion is allowed to increase somewhat, the amount of data can be further reduced by omitting a high order multiplier. Thus, if stored in the data storage section 32 by making into a parameter the multiplier train searched for from the time series data which constitute a unit pattern, it will mean carrying out the data compression of the unit pattern, and the storage capacity required of the data storage section 32 will be reduced as compared with the case where a unit pattern is stored in the data storage section 32. Moreover, since it is concentrating on the multiplier of a low degree, the description of a unit pattern can grasp the description of a unit pattern easily with a parameter.

[0041] If the parameter stored in the data storage section 32 is used, it can ask for 6 groups of the location of the seat 1 in each time of day. Such 6 groups are called location data. That is, in operation part 30, it asks for the location data for every time of day by reverse orthogonal transformation (inverse Fourier transform) using a parameter. The data flow of the operation gestalt 1 and the data flow of this operation gestalt are shown in drawing 22 and drawing 23, respectively. With the operation gestalt 1, as shown in drawing 22 (a), the data input section 31 consists of measurement section 31a which detects the positional information of the three dimension near people's lumbar part, and processing section 31b which extracts a unit pattern from measurement section 31a, and the unit data for which it asked by processing section 31b are stored in the data storage section 32. Processing which stores a unit pattern in the data storage section 32 is performed apart from the processing which drives a parallel mechanism 2 (that is, processing which drives a parallel mechanism 2 is performed online, then off-line). In case a parallel mechanism 2 is driven, like drawing 23 (b), reading appearance of the unit pattern stored in the data storage section 32 is carried out, and the signal which drives a parallel mechanism 2 through the control section 35 which consists of operation part 30, an actuator control section 33, and an actuator 34 is generated. Operation part 30 is made to serve a double purpose also as an operation means as mentioned above.

[0042] On the other hand, as shown in drawing 23 (a), the data input section 31 is constituted from this operation gestalt by measurement section 31a which detects the positional information of the three dimension near people's lumbar part, processing section 31b which extracts a unit pattern from measurement section 31a,

and electrical-parameter-extraction section 31c which performs discrete Fourier transform to a unit pattern, and extracts a parameter. The parameter for which it asked by electrical-parameter-extraction section 31c is stored in the data storage section 32. For example, a parameter can be obtained in a form as shown in a table 3 to the unit pattern shown in a table 1. It is $n > N$ here. That is, the parameter of the number becomes less than the time series data of a unit pattern.

[0043]

[A table 3]

X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
A_{x1}	A_{y1}	A_{z1}	$A_{\theta_{x1}}$	$A_{\theta_{y1}}$	$A_{\theta_{z1}}$
A_{x2}	A_{y2}	A_{z2}	$A_{\theta_{x2}}$	$A_{\theta_{y2}}$	$A_{\theta_{z2}}$
A_{xs}	A_{ys}	A_{zs}	$A_{\theta_{xs}}$	$A_{\theta_{ys}}$	$A_{\theta_{zs}}$
.....
A_{xN}	A_{yN}	A_{zN}	$A_{\theta_{xN}}$	$A_{\theta_{yN}}$	$A_{\theta_{zN}}$

[0044] In case a parallel mechanism 2 is driven, as shown in drawing 23 (b), an inverse Fourier transform is performed to the parameter stored in the data storage section 32 by the operation part 30 which is an operation means, and it asks for the location data of each time of day. Location data are generated in a form as 6 groups of each time of day t of every as shown in a table 4.

[0045]

[A table 4]

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	X_t	Y_t	Z_t	θ_{xt}	θ_{yt}	θ_{zt}

[0046] operation part 30 performs reverse kinematics count like the operation gestalt 1, for example, as shown in a table 5, it finds the die length L_{it} ($i = 1 \sim 6$ it is shown that $1 \sim 6t$ are data of time of day t) of each foot 23 of a parallel mechanism 2 from location data.

[0047]

[A table 5]

時刻	脚1	脚2	脚3	脚4	脚5	脚6
t	L_{1t}	L_{2t}	L_{3t}	L_{4t}	L_{5t}	L_{6t}

[0048] The die length L_{it} of the foot 23 of a parallel mechanism 2 is given to a parallel mechanism 2 through the control section 35 which consists of an actuator control section 33 and an actuator 34, and a parallel mechanism 2 drives it. By the

way, since the splash pattern for every period becomes the same as mentioned above when driving a parallel mechanism 2 by the repeat of a unit pattern, or when driving a parallel mechanism 2 using a parameter, a seat 1 becomes a periodic and monotonous motion and there is a problem of a user getting bored or coming to maintain balance, without a user's getting used to a motion and using the waist. Then, since change is given to migration of a seat 1, there is independent [no], it combines and various kinds of following techniques are used.

[0049] That is, as shown in a table 6, the die length Lit of the foot 23 of a parallel mechanism 2 is found by performing reverse kinematics conversion to the location data which added change value alphaNt (N=X, Y and Z, thetaX, thetaY, thetaZ, and t mean the data of time of day t) to each element of 6 groups of location data (or time series data which constitute a unit pattern), and added change value alphaNt. Change value alphaNt can make it generate here by random numbers. Moreover, you may be change value alphaNt which contains 1/f fluctuation. However, the amplitude of change value alphaNt is set up smaller than the amplitude of the original location data, and even after adding change value alphaNt, it is made to be reflected in location data.

[0050]

[A table 6]

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	$X_t + \alpha_{x,t}$	$Y_t + \alpha_{y,t}$	$Z_t + \alpha_{z,t}$	$\theta_{x,t} + \alpha \theta_{x,t}$	$\theta_{y,t} + \alpha \theta_{y,t}$	$\theta_{z,t} + \alpha \theta_{z,t}$

[0051] In order to give change to the splash of a seat 1, as shown in a table 7, the multiplication of the multiplier betaN (N=X, Y and Z, thetaX, thetaY, and thetaZ) is carried out to at least one of each elements of 6 groups which constitute location data. With a table 7, it is multiplier betaN to all elements. Multiplication is carried out. Thus, multiplier betaN It will be multiplier betaN if multiplication is carried out. The amplitude which makes a seat 1 rock with magnitude can be changed.

[0052]

[A table 7]

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	$\beta_x X_t$	$\beta_y Y_t$	$\beta_z Z_t$	$\beta_{\theta_x} \theta_{x,t}$	$\beta_{\theta_y} \theta_{y,t}$	$\beta_{\theta_z} \theta_{z,t}$

[0053] Moreover, if the time interval which carries out reverse kinematics conversion of the 6 groups which constitute location data as shown in a table 8 is

changed (time of day is multiplied by the multiplier gamma in a table 8), the period of location data can be changed and the speed of a motion of a seat 1 can be changed. Other configurations and actuation are the same as that of the operation gestalt 1.

[0054]

[A table 8]

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
γt	X_t	Y_t	Z_t	θ_{x_t}	θ_{y_t}	θ_{z_t}

[0055]

[Effect of the Invention] Invention of claim 1 gives a compulsory splash to a seat so that the muscular group which makes the lumbar part a subject in the condition of having sat down on the seat may become tense and loosen. It is what measures the condition of stress and relaxation of the muscular group which makes a subject the positional information and the lumbar part of a three dimension near the lumbar part, and matches both. In order to strengthen the muscular group which matches the activity of the muscular group which makes a subject the location change and the lumbar part near the lumbar part, and is useful to prevention of low back pain, or the consolidation of a balance function, it is easily analyzable what kind of location change should be given to the lumbar part.

[0056] Since motion capture is used, following in footsteps of a motion [a actual horse] is possible [a seat is the saddle attached in the horse like invention of claim 2, and] what starts measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis, at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using the motion capture which has arranged two or more sets of TV cameras, while attaching sphere of reflection near the lumbar part.

[0057] Like invention of claim 3, a seat is a seat of the simulator which simulates the motion on a saddle, and by what starts measurement of the surface myoelectric potential of the spine standing-up sources by the telemeter, latissimus dorsi, an antinode oblique muscle on either side, and recti abdominis, it becomes possible to create data indoors, without running a horse actually at the same time it starts measurement of the positional information of the three dimension near the lumbar part using a magnetic metering device.

[0058] Like invention [**** / extracting the information about the impaction efficiency of the three dimension near / suitable for training of the muscular group relevant to prevention of low back pain / the lumbar part from the measurement

result of claim 1 thru/or claim 3 like invention of claim 4] of claim 5 If the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for training of the muscular group relevant to balance maintenance] the lumbar part is extracted from the measurement result of claim 1 thru/or claim 3, the motion of near the lumbar part suitable for prevention of low back pain or training of balance maintenance can be known.

[0059] The driving means which invention of claim 6 makes rock the seat where a trainee sits down, and a seat by the three dimension, Have the control means which directs the location of a seat to a driving means, the location of the seat in each time of day is determined by the information about the impaction efficiency of the three dimension near [suitable for prevention of the low back pain extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part, and a trainee only sits down on a seat. The muscular group which makes the lumbar part a subject can be strengthened without doing one's best especially in a muscular consolidation, and there is an advantage that prevention of low back pain and the consolidation of a balance function can be performed.

[0060] It has a data storage means to store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the quick time and gallop of a horse, respectively like invention of claim 7] the lumbar part. If the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carried out from a data storage means is given to a driving means, a control means Effectiveness is in prevention of low back pain, and it has a data storage means to store the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted corresponding to the footpace of a horse like invention of claim 8] the lumbar part. If a control means superimposes the change pattern accompanied by a sudden change on the unit pattern by which reading appearance is repeatedly carried out from a data storage means to irregular timing and it is given to a driving means, effectiveness is in the consolidation of a balance function.

[0061] While the effectiveness as the case where the driving means of six degrees of freedom is used with the driving means same, like invention of claim 9 what is constituted by three degrees of freedom so that a seat may be made to rock about the vertical direction, a roll, and a pitch can be realized by the driving means of three degrees of freedom and generation of a unit pattern becomes easy, it has the advantage that cost can be reduced also about a device.

[0062] The driving means which invention of claim 10 makes rock the seat where a

trainee sits down, and a seat by the three dimension, The control means which directs the location of a seat to a driving means, An electrical-parameter-extraction means to perform orthogonal transformation to the unit pattern of the location of a seat for which it asked from the information about the impaction efficiency of the three dimension near [which has the periodicity extracted by the motion analytical method of claim 4 or claim 5] the lumbar part, and to ask for a multiplier group as a parameter, It is a thing equipped with the operation means given to a control means in quest of the location data which consist of two or more elements in which the location of the seat of each time of day is shown using the parameter stored in a data storage means to memorize a parameter, and the parameter storage means. Since what is necessary is just to store the parameter with little amount of data in the data storage means as compared with the unit pattern in addition to the same effectiveness as invention of claim 6, there is an advantage that the amount of data stored in the data storage means can be reduced.

[0063] An operation means like invention of claim 11 by what adds the change value of a random number to each element of location data, and is given to a control means Since the random number is added to location data, if the amplitude of the random number added to location data is small set up as compared with the amplitude of the time series of location data Not to mention stopping being a periodic and monotonous motion and the effectiveness of prevention of low back pain or relaxation being acquired, though a motion of a seat reflects location data It can prevent weariness arising or coming to maintain balance, without a habituation using the muscles of the lumbar part, and high effectiveness can be acquired to the consolidation of the muscular group which makes the lumbar part a subject.

[0064] In what adds the change value whose operation means has $1/f$ fluctuation in each element of location data like invention of claim 12, and is given to a control means, since $1/f$ fluctuation is contained in the splash of a seat, in addition to the same effectiveness as invention of claim 11, it can be made the motion including the natural fluctuation which is not a mechanical and unnatural motion about a seat. Like invention of claim 13, by some which an operation means carries out the multiplication of the multiplier to at least 1 element of location data, and gives to a control means, since the amplitude which a seat rocks by setting up a multiplier suitably in addition to the same effectiveness as invention of claim 6 can be changed, there is an advantage that the strength of a splash is changeable according to whenever [acquisition / of a user], or a habituation.

[0065] By changing the time interval which gives location data to a control means in what made adjustable the time interval which gives location data to a control means

from an operation means like invention of claim 14 in addition to the same effectiveness as invention of claim 6, the repeat period of a splash of a seat changes and there is an advantage that change can be given to the speed which a seat rocks.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the operation gestalt 1.

[Drawing 2] It is the perspective view showing the parallel mechanism used for the same as the above.

[Drawing 3] It is a block diagram same as the above.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the positional information of a three dimension same as the above, and the measuring method of myoelectric potential.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the measuring method of the positional information of a three dimension same as the above.

[Drawing 6] It is drawing showing the positional information of a three dimension same as the above, and the measurement result of myoelectric potential.

[Drawing 7] An example of the simulator used for the same as the above is shown, (a) is a side elevation and (b) is rear view.

[Drawing 8] It is drawing showing the three-dimension location in quick time in the same as the above.

[Drawing 9] It is drawing showing the electromyogram in quick time in the same as the above.

[Drawing 10] It is drawing showing the three-dimension location in gallop in the same as the above.

[Drawing 11] It is drawing showing the electromyogram in gallop in the same as the above.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing generation of the splash pattern of the low back pain prevention from a unit pattern in the same as the above.

[Drawing 13] It is drawing showing the three-dimension location in a footpace in the same as the above.

[Drawing 14] It is drawing showing the electromyogram in a footpace in the same as the above.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing generation of the splash pattern of the balance functional enhancement from a unit pattern in the same as the above.

[Drawing 16] It is drawing showing the measurement result corresponding to the

operation gestalt 2.

[Drawing 17] It is drawing showing the measurement result corresponding to the operation gestalt 2.

[Drawing 18] It is drawing showing the measurement result corresponding to the operation gestalt 2.

[Drawing 19] It is drawing showing the measurement result corresponding to the operation gestalt 2.

[Drawing 20] It is drawing showing the measurement result corresponding to the operation gestalt 2.

[Drawing 21] It is drawing showing the measurement result corresponding to the operation gestalt 2.

[Drawing 22] It is the block diagram of the operation gestalt 1 shown as an example of a comparison with the operation gestalt 3.

[Drawing 23] It is the block diagram showing the operation gestalt 3.

[Description of Notations]

1 Seat

2 Parallel Mechanism

3 Control Unit

11 Sphere of Reflection

12 Myoelectric Potential Measurement Sensor

13 TV Camera

30 Operation Part

31 Data Input Section

31a Measurement section

31b Processing section

31c Electrical-parameter-extraction section

32 Data Storage Section

33 Actuator Control Section

34 Actuator

35 Control Section

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-155836

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

A 6 1 B 5/11

A 6 1 B 5/10

3 1 0 Z

A 6 3 B 23/035

A 6 3 B 23/035

A 6 3 K 3/00

A 6 3 K 3/00

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-63717

(71) 出願人 000005832

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月13日

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(31) 優先権主張番号 特願平9-260705

(72) 発明者 村上 宗司

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(32) 優先日 平 9 (1997) 9 月25日

(72) 発明者 関根 修

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(72) 発明者 四宮 葉一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 西川 恵清 (外 1 名)

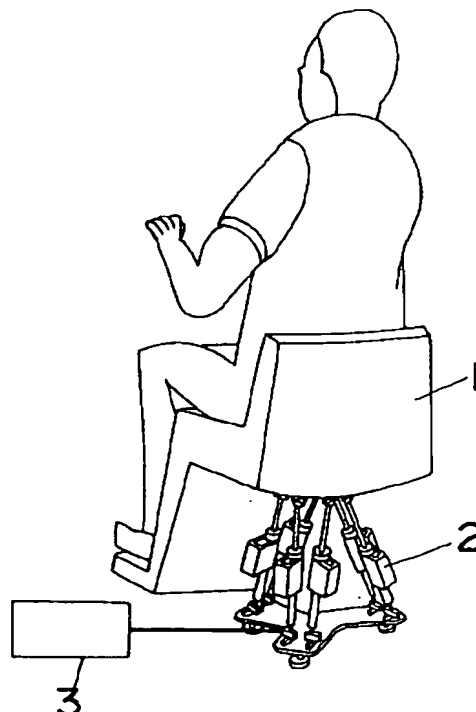
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運動分析方法および運動補助装置

(57) 【要約】

【課題】腰痛の防止やバランス機能の向上に関連した筋肉群を強化する。

【解決手段】馬に乗った人の腰部付近の3次元の位置情報と腰部を主体とする筋肉群の活動とを対応付けて検出し、腰痛の予防やバランス機能の向上に関連した筋肉群を訓練するために必要な腰部付近の位置の変化のパターンを抽出する。被訓練者が着座した座席1を、上述のように抽出したパターンから生成した揺動パターンで揺動させることにより、腰痛の予防やバランス機能の向上に関連した筋肉群を強化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 座席に着座した状態で腰部を主体とする筋肉群が緊張・弛緩するように強制的な揺動を座席に与え、腰部付近の 3 次元の位置情報と腰部を主体とする筋肉群の緊張・弛緩の状態とを計測して両者を対応付けることを特徴とする運動分析方法。

【請求項 2】 座席は馬に取り付けた鞍であって、腰部付近に反射球を取り付けるとともに複数台の TV カメラを配置したモーションキャプチャを用いて腰部付近の 3 次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始することを特徴とする請求項 1 記載の運動分析方法。

【請求項 3】 座席は鞍上の動きを模擬するシミュレータの座席であって、磁気計測装置を用いて腰部付近の 3 次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始することを特徴とする請求項 1 記載の運動分析方法。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 の計測結果から腰痛の防止に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報を抽出することを特徴とする運動分析方法。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 3 の計測結果からバランス保持に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報を抽出することを特徴とする運動分析方法。

【請求項 6】 被訓練者が着座する座席と、座席を 3 次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段とを備え、各時刻における座席の位置は請求項 4 または請求項 5 の運動分析方法により抽出した腰痛の防止に適した腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報により決定されることを特徴とする運動補助装置。

【請求項 7】 馬の速歩と駆歩とに対応してそれぞれ抽出された周期性を有する腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンを駆動手段に与えることを特徴とする請求項 6 記載の運動補助装置。

【請求項 8】 馬の常歩に対応して抽出された周期性を有する腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンに急な変化を伴う変化パターンを不規則なタイミングで重畳して駆動手段に与えることを特徴とする請求項 6 記載の運動補助装置。

【請求項 9】 駆動手段は、座席を上下方向とロールとピッチとについて揺動させるように 3 自由度に構成されていることを特徴とする請求項 6 ないし請求項 8 記載の

運動補助装置。

【請求項 10】 被訓練者が着座する座席と、座席を 3 次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段と、請求項 4 または請求項 5 の運動分析方法により抽出した周期性を有する腰部付近の 3 次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンに直交変換を施して係数群をパラメータとして求めるパラメータ抽出手段と、パラメータを記憶するデータ記憶手段と、パラメータ記憶手段に格納されたパラメータを用いて各時刻の座席の位置を示す複数要素からなる位置データを求めて制御手段に与える演算手段とを備えることを特徴とする運動補助装置。

【請求項 11】 前記演算手段は、位置データの各要素に乱数の変化値を加算して制御手段に与えることを特徴とする請求項 10 記載の運動補助装置。

【請求項 12】 前記演算手段は、位置データの各要素に $1/f$ ゆらぎを持つ変化値を加算して制御手段に与えることを特徴とする請求項 10 記載の運動補助装置。

【請求項 13】 前記演算手段は、位置データの少なくとも 1 要素に係数を乗算して制御手段に与えることを特徴とする請求項 10 記載の運動補助装置。

【請求項 14】 前記演算手段から制御手段に位置データを与える時間間隔を可変としたことを特徴とする請求項 10 記載の運動補助装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、腰痛の防止やバランス機能の訓練に必要なデータの作成のための運動分析方法および腰痛の防止やバランス機能の訓練のための運動を被訓練者に行なわせることができる運動補助装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、被訓練者に刺激（一般に振動や揺動）を与えて強制的に運動させ、特定の運動効果を得るようにした運動補助装置が各種提案されている。とくに、腰痛の緩和や予防のために提案されたこの種の運動補助装置としては、特開平 7-67924 号公報に記載されたものがある。この公報に記載された運動補助装置は、人が跨いで座る鞍（座席）を備え、鞍を前後に往復移動させることによって、腰部を主体とする筋肉群を緊張・弛緩させるようにしたものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように、座席を単純に前後移動させるものでも腰痛の緩和や予防にある程度の効果はあるものの十分ではなく、さらに効果の高い運動補助装置が要望されている。本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、腰痛の防止やバランス機能の向上に適した刺激を求めることができるようにした運動分析方法を提供すること、および腰部を主体とする筋肉群を訓練して腰痛の防止やバランス機能

の向上を図る運動補助装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、座席に着座した状態で腰部を主体とする筋肉群が緊張・弛緩するように強制的な揺動を座席に与え、腰部付近の3次元の位置情報と腰部を主体とする筋肉群の緊張・弛緩の状態とを計測して両者を対応付けるものである。この方法によれば、腰部付近の位置変化と腰部を主体とする筋肉群の活動とを対応付けて腰痛の予防やバランス機能の強化に役立つ筋肉群を強化するために腰部にどのような位置変化を与えればよいかを容易に解析することができる。なお、3次元の位置という用語は、平行移動と回転移動とを含む意味で用いている。つまり、前後、左右、上下の変位と傾きとを含んでいる。

【0005】請求項2の発明は、請求項1の発明において、座席が馬に取り付けた鞍であって、腰部付近に反射球を取り付けるとともに複数台のTVカメラを配置したモーションキャプチャを用いて腰部付近の3次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始するものである。この方法では、モーションキャプチャを用いるから実際の馬の動きに追従することが可能である。

【0006】請求項3の発明は、請求項1の発明において、座席が鞍上の動きを模擬するシミュレータの座席であって、磁気計測装置を用いて腰部付近の3次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始するものである。この方法では、実際に馬を用いることなく、室内でデータを作成することが可能になる。

【0007】請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3の計測結果から腰痛の防止に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報を抽出するものである。請求項5の発明は、請求項1ないし請求項3の計測結果からバランス保持に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報を抽出するものである。

【0008】請求項4、請求項5の発明は望ましい実施態様である。請求項6の発明は、被訓練者が着座する座席と、座席を3次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段とを備え、各時刻における座席の位置が請求項4または請求項5の運動分析方法により抽出した腰痛の防止に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報により決定されるものである。この構成によれば、被訓練者は座席に着座するだけで、とくに筋肉強化の努力をすることなく腰部を主体とする筋肉群を強化することができ、腰痛の予防やバランス機能の強化が行なえるのである。

【0009】請求項7の発明は、請求項6の発明におい

て、馬の速歩と駆歩とに対応してそれぞれ抽出された周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンを駆動手段に与えるものである。

【0010】請求項8の発明は、請求項6の発明において、馬の常歩に対応して抽出された周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンに急な変化を伴う変化パターンを不規則なタイミングで重畳して駆動手段に与えるものである。

【0011】請求項7、請求項8の発明は望ましい実施態様であって、とくに請求項7の発明は腰痛の予防に効果があり、請求項8の発明はバランス機能の強化に効果がある。請求項9の発明は、請求項6ないし請求項8の発明において、駆動手段が、座席を上下方向とロールとピッチとについて揺動させるように3自由度に構成されているものである。この構成によれば、6自由度の駆動手段を用いた場合と同様な効果を3自由度の駆動手段で実現することができ、単位パターンの生成が容易になるとともに、機構についてもコストを低減することができる。

【0012】請求項10の発明は、被訓練者が着座する座席と、座席を3次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段と、請求項4または請求項5の運動分析方法により抽出した周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンに直交変換を施して係数群をパラメータとして求めるパラメータ抽出手段と、パラメータを記憶するデータ記憶手段と、パラメータ記憶手段に格納されたパラメータを用いて各時刻の座席の位置を示す複数要素からなる位置データを求めて制御手段に与える演算手段とを備えるものである。この構成によれば、請求項6の発明と同様の作用に加えて、単位パターンに比較してデータ量の少ないパラメータをデータ記憶手段に格納しておけばよいから、データ記憶手段に格納しておくデータ量を低減することができる。

【0013】請求項11の発明は、請求項10の発明において、前記演算手段が、位置データの各要素に乱数の変化値を加算して制御手段に与えるものである。この構成では、位置データに乱数を加算しているから、位置データに加算する乱数の振幅を位置データの時系列の振幅に比較して小さく設定しておけば、座席の動きが位置データを反映しながらも周期的で単調な動きではなくなり、腰痛の予防や緩和の効果が得られるのはもちろんのこと、飽きが生じたり慣れによって腰部の筋肉を使わずにバランスをとったりするようになるのを防止することができ、腰部を主体とする筋肉群の強化に高い効果を得

ることができる。

【0014】請求項12の発明は、請求項10の発明において、前記演算手段が、位置データの各要素に $1/f$ ゆらぎを持つ変化値を加算して制御手段に与えるものである。この構成によれば、座席の揺動に $1/f$ ゆらぎが含まれるから、請求項11の発明と同様の作用に加えて、座席の揺動に機械的で不自然な動きではない自然なゆらぎが含まれることになる。

【0015】請求項13の発明は、請求項10の発明において、前記演算手段が、位置データの少なくとも1要素に係数を乗算して制御手段に与えるものである。この構成によれば、請求項6の発明と同様の作用に加えて、係数を適宜に設定することによって座席が揺動する振幅を変化させることができるから、使用者の習得度や慣れに応じて揺動の強さを変えることができる。

【0016】請求項14の発明は、請求項10の発明において、前記演算手段から制御手段に位置データを与える時間間隔を可変としたものである。この構成によれば、請求項6の発明と同様の作用に加えて、位置データを制御手段に与える時間間隔を変えることにより座席の揺動の繰り返し周期が変化し、座席の揺動する速さに変化を与えることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】（実施形態1）本実施形態は、図1に示すように、被訓練者が着席する座席1を駆動手段としての平行メカニズム2により移動させる。平行メカニズム2の動作制御は後述する制御手段を含む制御装置3により行なわれる。

【0018】平行メカニズム2は、図2に示すように、定位置に固定される固定台21と、6本の脚23を介して固定台21の上方に支持された可動台22とを備える。各脚23は、固定台21および可動台22に対してそれぞれユニバーサルジョイント24a、24bを介して結合されている。また、各脚23は、固定台21にユニバーサルジョイント24aを介して結合したサポート筒23aと、サポート筒23aの中に進退自在に挿入されたボールねじよりなるロッド23bと、ロッド23bに噛合するギアを備え正逆の回転に伴ってロッド23bを進退させるアクチュエータ23cとからなる。ロッド23bの先端部はユニバーサルジョイント24bを介して可動台22に結合される。したがって、各脚23のアクチュエータ23cをそれぞれ制御してロッド23bの進退量を調節すれば固定台21に対する可動台22の位置を適宜に調節することができる。

【0019】6本の脚23は、2本ずつが近接するように固定台21に結合され、また、固定台21に対して近接して結合されている脚23同士を離して可動台22に結合してある。このような構成によって、互いに直交する3方向の平行移動と、各方向の軸を中心とする回転移動との6自由度の制御が可能になる。つまり、可動台2

2は前後、左右、上下の直進往復移動と前後軸、左右軸、上下軸の回りでの回転往復移動とを組み合わせた移動が可能になり、結果的に可動台22に結合された座席1は6自由度で移動する。平行メカニズム2の可動台22は、現実的には上述のような直進移動と回転移動とに分解した動作よりも、むしろそれらの複合した動作を行なうことになる。

【0020】以下の説明を容易にするために、座席1を中心とする座標系を導入する。すなわち、座席1の前後方向をX軸方向、左右方向をY軸方向、上下方向をZ軸方向とし、原点を平行メカニズム2の固定台21の中心とする右手系の直交座標系を設定する。しかし、平行メカニズム2の可動台22は、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向の3方向の位置が可変であるとともに、X軸、Y軸、Z軸の各軸回りの傾きが可変になる。X軸回りの回転をロール、Y軸回りの回転をピッチ、Z軸回りの回転をヨーと呼ぶ。

【0021】制御装置3はコンピュータ装置を用いて構成されたものであり、図3に示すように、データ入力部31からデータ記憶部（データ記憶手段）32にあらかじめ書き込まれた制御情報（位置情報）に基づいて平行メカニズム2を制御する。データ入力部31としては、人の尾骨付近に取り付けた3次元センサ（磁気計測器やジャイロセンサなど）を用いたり、人の腰部付近に取り付けた反射球（球状の反射物）を撮像して位置を検出する複数台のTVカメラよりなるモーションキャプチャなどを用いる。制御情報の生成については後述する。

【0022】データ記憶部32は半導体メモリよりなり、データ記憶部32に格納された制御情報は、演算部30において平行メカニズム2の各脚23の長さに変換される（このような変換演算を逆運動学計算という）。演算部30での演算結果はアクチュエータ制御部33に与えられる。アクチュエータ制御部33では演算部30で求めた各脚23の長さに応じたアクチュエータ23cの動作量を決め、駆動部34を介してアクチュエータ23cを駆動する。駆動部34はアクチュエータ制御部33で決められた動作量に基づいてアクチュエータ23cへの通電を制御する。つまり、本実施形態においては、演算部30とアクチュエータ制御部33と駆動部34とにより制御手段が構成される。

【0023】ところで、データ記憶部32に格納される制御情報は、表1のように、座席1に関して、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向の位置 X_i 、 Y_i 、 Z_i （ i は正数）と、X軸回り、Y軸回り、Z軸回りの傾き（ロール、ピッチ、ヨー） θ_{xi} 、 θ_{yi} 、 θ_{zi} （ i は正数）との6つ組を一定時間間隔で設定したものである。この制御情報は後述するようにして生成された時系列データであり、周期性のある一連の振動パターンとして1周期分が格納されている。以下では、このような一連の振動パターンを単位パターンという。この単位パターンは1周期

よりも十分に短い一定時間間隔で区切られ、各区切りごとに上記6つ組が設定されている。要するに、単位パターンは6つ組の時系列データにより構成されている。

【0024】

【表1】

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
T_1	X_1	Y_1	Z_1	θ_{x1}	θ_{y1}	θ_{z1}
T_2	X_2	Y_2	Z_2	θ_{x2}	θ_{y2}	θ_{z2}
T_3	X_3	Y_3	Z_3	θ_{x3}	θ_{y3}	θ_{z3}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
T_n	X_n	Y_n	Z_n	θ_{xn}	θ_{yn}	θ_{zn}

【0025】表1のような制御情報（単位パターン）に基づいて、演算部30で表1の各時刻のデータに逆運動学計算を施すとパラレルメカニズム2の各脚23の長さ L_{ij} （ $i=1\sim6$ 、 j は正数）を求めることができる。つまり、表2のように、一定時間間隔での6本の脚（表

2では脚1～6で表してある）23の長さ L_{ij} が求められる。

【0026】

【表2】

時刻	脚1	脚2	脚3	脚4	脚5	脚6
T_1	L_{11}	L_{21}	L_{31}	L_{41}	L_{51}	L_{61}
T_2	L_{12}	L_{22}	L_{32}	L_{42}	L_{52}	L_{62}
T_3	L_{13}	L_{23}	L_{33}	L_{43}	L_{53}	L_{63}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
T_n	L_{1n}	L_{2n}	L_{3n}	L_{4n}	L_{5n}	L_{6n}

30

【0027】ところで、腰痛の防止やバランス機能の向上を目的として腰部を主体とする筋肉群を訓練するには、座席1をどのように揺動させると、腰部を主体とする筋肉群がどのように緊張・弛緩するのかを分析しなければならない。そこで、乗馬をしている人や馬と同様の動作を行なうようなシミュレータに乗っている人にどのような刺激（揺動）が与えられたときに、腰部を主体とする筋肉群がどのように緊張・弛緩するかを実測すれば、それらの筋肉群を訓練するために、どのような刺激を与えればよいかがわかり、座席1に与える揺動パターンとしてどのようなものが望ましいかがわかる。

【0028】単位パターンを抽出するには以下の方法を採用する。まず、馬に乗る人の腰周囲の背中と左右に図4のように反射球11を取り付ける。また、脊柱起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位を測定することができるようにテレメータで用いる筋電位計測センサ12を取り付ける。反射球11の動きは、図5のように馬の通過経路（移動方向を矢印Aで示している）の周囲に複数台の高感度なTVカメラ13を配置したモーションキャプチャで検出し、腰部付近の3次元の位置

情報を検出する。この計測の際に表面筋電位と3次元の位置情報とは計測開始時刻を合わせておく。つまり、時刻により対応付けることで腰の位置がどのように変化したときに、どの筋肉がどのように緊張・弛緩したかを知ることができる。具体的には図6（a）のような3次元の位置情報と図6（b）のような筋電位の測定データとが対応付けられることになる。

【0029】単位パターンの抽出には、馬と同様に動くシミュレータに乗った人についてデータを収集してもよい。つまり、図7に示すように鞍形の座席1aを上述したパラレルメカニズム2により駆動して馬と同様の揺動を与え、3次元の位置情報と腰部を主体とする筋肉群の緊張・弛緩の情報とを収集してもよい。また、この種の装置は屋内で用いるから、腰部の3次元の位置情報を収集する手段としては磁気計測装置を用いることができる。この場合も馬に乗っている人と同様に3次元の位置情報と筋電位の測定データとは時刻によって対応付ける。

【0030】ところで、腰痛とくに姿勢性腰痛症と称する腰痛は、以下のようなプロセスで発生すると考えられ

50

ている。つまり、腹筋や背筋などの筋肉を用いずに骨盤と背骨の関節の部分で骨が体幹を直接支えるようになる。これは腹を前に突き出すようにして立っている状態である。次に、背筋群（とくに脊柱起立筋）を使わなくなり、その後、腹筋も使わなくなる。こうして神経が圧迫されるようになり腰痛を発症する。このようなプロセスで腰痛が発症するのであるから、腰痛を予防しようとすれば、これらの筋肉群を強化すればよいことがわかる。

【0031】本発明者らは上述した測定を行なうことによって、馬の歩様のうち速歩に対応する上下動を中心にした2拍子の動きは、へその真裏に位置する広背筋とその50mm上の広背筋の活動を促すという知見を得た。ここに、表面筋電位は、へそ部の腹直筋、へそより50mm上の腹直筋、右側の外腹斜筋、左側の外腹斜筋、へその真裏の広背筋、へそより50mm上の広背筋の6箇所測定した。その結果、速歩による振動は腰部を主体とする筋肉群のうち脊柱起立筋および背中中心部の筋肉の活動を促すという結果が得られた（図8に速歩での3次元の位置、図9に速歩での筋電図を示す。また、図9(a)はへそ部の腹直筋、同図(b)はへそより50mm上の腹直筋、同図(c)は右側の外腹斜筋、同図(d)は左側の外腹斜筋、同図(e)はへその真裏の広背筋、同図(f)はへそより50mm上の広背筋を示す。以下の筋電図も同様である)。また、駆歩に対応する上下動を中心にして前後への回転を強調する3拍子の動きは、腹直筋の活動を促すという知見を得た（図10に駆歩での3次元の位置、図11に駆歩での筋電図を示す）。つまり、速歩と駆歩との動きを組み合わせれば、腹筋および背筋を強化することができる。一方、上述した腰痛の発症プロセスで説明したように、腹筋や背筋などの筋肉を使わないことによって腰痛が発症するのであり、腹筋および背筋を強化すれば腰痛の発症を防止することができるから、速歩と駆歩とに対応する揺動を与えれば腰痛の発症を予防することができるのである。

【0032】上述の観点に従い実測データに基づいて速歩および駆歩に対応した単位パターンを作成しデータ記憶部32に格納しておく。腰痛の予防を目的とする場合には、データ記憶部32に格納された図12(a)

(b)のような速歩および駆歩の単位パターンを時系列的に接続する（図示例では速歩の単位パターンの周期をT1、駆歩の単位パターンの周期をT2としている）。ただし、異なる単位パターンを接続する際には変化が不連続になるから、図12(c)のように両単位パターンを滑らかに接続するためにつなぎパターンを用いて補間する（つなぎパターンの周期をT3としている）。

【0033】一方、バランス機能についても腰部を主体とする筋肉群を訓練することで強化されることが知られている。本発明者らの研究によれば馬の歩様のうち常歩に対応する上下動を中心にした4拍子の動きが左右の外

腹斜筋の活動を促し、左右の揺れに対して腹筋を用いるという知見が得られている（図13に常歩での3次元の位置、図14に常歩での筋電図を示す）。

【0034】しかしながら、正常な人のバランス保持機能では、周期的な揺れに対しては2〜3秒程度で動きを予測するようになり、バランス機能を強化するためには周期的な揺れのみでは効果が少ない。そこで、本実施形態では、安全性が保たれる範囲内の加速度で急激な変化を不規則なタイミングで与えるようにしてある。つまり、図15(a)のような単位パターンとともに、急激な変化を含む図15(b)のような変化パターンをデータ記憶部32に用意しておき、基本的には図15(a)の単位パターンを時系列的に接続しつつも図15(b)のような変化パターンを不規則なタイミングで重畳することで、図15(c)のように急激な変化を与えることができるようにしている（図示例では常歩の単位パターンの周期をT4とし、変化パターンを重畳している期間をT5として示している）。

【0035】以上説明したように、データ記憶部32には各種の単位パターンや変化パターンなどを格納しておき、演算部30では単位パターンを時系列的に接続したり、補間したり、重畳したりすることによって揺動パターンを生成する。このように揺動パターンが複数の単位パターンを各種に組み合わせで生成されるから、比較的少数の単位パターンを用いながらも複雑な揺動パターンを生成することができ、揺動パターンを経済的に生成することができる。

【0036】演算部30で生成された揺動パターンは上述のようにアクチュエータ制御部33および駆動部34を通してパラレルメカニズム2に与えられ、パラレルメカニズム2の動作によって座席1が揺動するのである。また、上述のように揺動パターンに応じて腰痛の予防やバランス機能の強化に用いることができる。

（実施形態2）実施形態1はX軸方向、Y軸方向、Z軸方向と、X軸回り、Y軸回り、Z軸回りの傾き（ロール、ピッチ、ヨー）との6自由度で座席1を駆動しているが、腰痛の予防やバランス機能の強化には、3自由度で座席1を駆動しても効果が得られる。とくに、Z軸方向、ピッチ、ロールの組み合わせでは高い効果があるという知見を得た。

【0037】常歩の単位パターンを用いて座席1を駆動し、各種筋肉の表面筋電位を3人について測定したところ、各人ごとに図16ないし図18のような結果が得られた。各図に示す9種類の結果は、X軸(①)、Y軸(②)、Z軸(③)、ヨー(④)、ピッチ(⑤)、ロール(⑥)の各1自由度のみ、ピッチとロールとの組み合わせ(⑦)、X軸とピッチとロールとの組み合わせ(⑧)、Z軸とピッチとロールとの組み合わせ(⑨)の9種類のそれぞれで座席1を駆動したときの結果である。また、各図の横軸は筋肉の種類、縦軸は6自由度で

駆動した場合の筋電位に対する上記駆動での筋電位の百分率である。さらに、駆歩についても同様に測定した結果を図 19 ないし図 21 に示す。

【0038】これらの測定結果にはばらつきがあるが、Z 軸方向、ピッチ、ロールの 3 自由度で座席 1 を駆動した場合でも腰痛の予防やバランス機能の強化に効果のある筋肉群を訓練することができることがわかる。したがって、このような 3 自由度の駆動手段を用いて座席 1 を揺動させることによって、駆動手段としてパラレルメカニズムを用いる場合に比較して大幅なコストの低減が可能になる。他の構成および動作は実施形態 1 と同様である。

【0039】（実施形態 3）実施形態 1 では、データ記憶部 32 に単位パターンを格納しているが、単位パターンを構成する 6 つ組の時系列データの個数が増えると、データ記憶部 32 として大きな記憶容量が要求されることになる。時系列データの個数が増えるのは、単位パターンを構成している時系列データの時間間隔を短く設定したり、単位パターンの周期が長くなったりした場合である。

【0040】そこで、本実施形態では、データ記憶部 32 に格納するデータ量を低減するとともに、単位パターンの特性の把握が容易になるように、単位パターンを構成する時系列データに離散的な直交変換を施している。具体的には単位パターンを構成する時系列データに離散フーリエ変換を施すことによって係数列を抽出するのである。一般に、直交変換を行えば低次の係数に特徴が集中するから、高次の係数を切り捨てたとしても逆直交変換によって元の情報に近い情報を復元することができる。そこで、歪が多少増加することを許すのであれば、高次の係数を切り捨てることによって、データ量をさらに低減することができる。このようにして単位パターンを構成する時系列データから求めた係数列をパラメータとしてデータ記憶部 32 に格納すれば、単位パターンをデータ圧縮したことになり、単位パターンをデータ記憶部 32 に格納する場合に比較して、データ記憶部 32 に要求される記憶容量が低減されることになる。また、単位パターンの特徴は低次の係数に集中しているから、パ

ラメータによって単位パターンの特徴を容易に把握することができる。

【0041】データ記憶部 32 に格納されたパラメータを用いると各時刻における座席 1 の位置の 6 つ組を求めることができる。このような 6 つ組を位置データと呼ぶ。つまり、演算部 30 ではパラメータを用いて逆直交変換（逆フーリエ変換）により各時刻ごとの位置データを求める。実施形態 1 のデータの流れと本実施形態のデータの流れとを図 22 と図 23 とにそれぞれ示す。実施形態 1 では、図 22 (a) に示すように、データ入力部 31 が、人の腰部付近の 3 次元の位置情報を検出する計測部 31a と、計測部 31a から単位パターンを抽出する処理部 31b とで構成されており、処理部 31b で求めた単位データがデータ記憶部 32 に格納されるようになっている。データ記憶部 32 に単位パターンを格納する処理は、パラレルメカニズム 2 を駆動する処理とは別に行なわれる（つまり、パラレルメカニズム 2 を駆動する処理をオンラインとすれば、オフラインで行なわれる）。パラレルメカニズム 2 を駆動する際には、図 23 (b) のように、データ記憶部 32 に格納された単位パターンが読み出されて、演算部 30、アクチュエータ制御部 33、駆動部 34 よりなる制御部 35 を通してパラレルメカニズム 2 を駆動する信号が生成される。上述のように演算部 30 は演算手段としても兼用されている。

【0042】一方、本実施形態では、図 23 (a) に示すように、データ入力部 31 が、人の腰部付近の 3 次元の位置情報を検出する計測部 31a と、計測部 31a から単位パターンを抽出する処理部 31b と、単位パターンに離散フーリエ変換を施してパラメータを抽出するパラメータ抽出部 31c とにより構成される。データ記憶部 32 には、パラメータ抽出部 31c で求めたパラメータが格納される。たとえば、表 1 に示した単位パターンに対して、表 3 のような形でパラメータを得ることができる。ここに、 $n > N$ である。つまり、パラメータのほうが単位パターンの時系列データよりも個数が少なくなる。

【0043】

【表 3】

X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
A_{x1}	A_{y1}	A_{z1}	$A_{\theta_{x1}}$	$A_{\theta_{y1}}$	$A_{\theta_{z1}}$
A_{x2}	A_{y2}	A_{z2}	$A_{\theta_{x2}}$	$A_{\theta_{y2}}$	$A_{\theta_{z2}}$
A_{x3}	A_{y3}	A_{z3}	$A_{\theta_{x3}}$	$A_{\theta_{y3}}$	$A_{\theta_{z3}}$
.....
A_{xN}	A_{yN}	A_{zN}	$A_{\theta_{xN}}$	$A_{\theta_{yN}}$	$A_{\theta_{zN}}$

【0044】パラレルメカニズム 2 を駆動する際には、図 23 (b) に示すように、データ記憶部 32 に格納さ

れたパラメータに対して演算手段である演算部30で逆フーリエ変換を行ない各時刻の位置データを求める。位置データは、各時刻 t ごとの6つ組として表4のような

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	X_t	Y_t	Z_t	θ_{x_t}	θ_{y_t}	θ_{z_t}

形で生成される。

【0045】

【表4】

【0046】演算部30は実施形態1と同様に逆運動学計算を行ない、たとえば、表5のように位置データからパラレルメカニズム2の各脚23の長さ L_{it} ($i=1 \sim 10$)

時刻	脚1	脚2	脚3	脚4	脚5	脚6
t	L_{1t}	L_{2t}	L_{3t}	L_{4t}	L_{5t}	L_{6t}

6, t は時刻 t のデータであることを示す)を求める。

【0047】

【表5】

【0048】パラレルメカニズム2の脚23の長さ L_{it} は、アクチュエータ制御部33および駆動部34よりなる制御部35を通してパラレルメカニズム2に与えられ、パラレルメカニズム2が駆動される。ところで、上述のように、単位パターンの繰り返しによりパラレルメカニズム2を駆動する場合や、パラメータを用いてパラレルメカニズム2を駆動する場合に周期毎の揺動パターンが同じになるから、座席1が周期的で単調な動きになり、使用者が飽きたり使用者が動きになれて腰を使わずにバランスをとるようになったりするという問題がある。そこで、座席1の移動に変化をつけるために、以下のような各種の技術を単独ないし組み合わせで用いる。

【0049】つまり、表6に示すように、位置データ

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	$X_t + \alpha_{x_t}$	$Y_t + \alpha_{y_t}$	$Z_t + \alpha_{z_t}$	$\theta_{x_t} + \alpha \theta_{x_t}$	$\theta_{y_t} + \alpha \theta_{y_t}$	$\theta_{z_t} + \alpha \theta_{z_t}$

(もしくは単位パターンを構成する時系列データ)の6つ組の各要素に変化値 α_{Nt} ($N=X, Y, Z, \theta_x, \theta_y, \theta_z, t$ は時刻 t のデータを意味する)を加算し、変化値 α_{Nt} を加算した位置データに逆運動学変換を施すことによってパラレルメカニズム2の脚23の長さ L_{it} を求める。ここに変化値 α_{Nt} は乱数で発生させることができる。また、 $1/f$ ゆらぎを含むような変化値 α_{Nt} であってもよい。ただし、変化値 α_{Nt} の振幅は元の位置データの振幅よりは小さく設定されており、変化値 α_{Nt} を加算した後も位置データが反映されるようにしてある。

【0050】

【表6】

【0051】座席1の揺動に変化を与えるには、表7のように、位置データを構成する6つ組の各要素のうちの少なくとも1つに係数 β_N ($N=X, Y, Z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)を乗算する。表7ではすべての要素に係数 β_N を乗算している。このように係数 β_N を乗算すれば、

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
t	$\beta_x X_t$	$\beta_y Y_t$	$\beta_z Z_t$	$\beta_{\theta_x} \theta_{x_t}$	$\beta_{\theta_y} \theta_{y_t}$	$\beta_{\theta_z} \theta_{z_t}$

係数 β_N の大きさによって座席1を揺動させる振幅を変化させることができる。

【0052】

【表7】

【0053】また、表8のように、位置データを構成する6つ組を逆運動学変換する時間間隔を変化させれば(表8では時刻に係数 γ を乗じている)、位置データの周期を変化させることができ、座席1の動きの速さを変

化させることができる。他の構成および動作は実施形態1と同様である。

【0054】

【表8】

時刻	X	Y	Z	ロール	ピッチ	ヨー
γt	X_t	Y_t	Z_t	θ_{x_t}	θ_{y_t}	θ_{z_t}

【0055】

【発明の効果】請求項1の発明は、座席に着座した状態で腰部を主体とする筋肉群が緊張・弛緩するように強制的な揺動を座席に与え、腰部付近の3次元の位置情報と腰部を主体とする筋肉群の緊張・弛緩の状態とを計測して両者を対応付けるものであり、腰部付近の位置変化と腰部を主体とする筋肉群の活動を対応付けて腰痛の予防やバランス機能の強化に役立つ筋肉群を強化するために腰部にどのような位置変化を与えればよいかを容易に解析することができる。

【0056】請求項2の発明のように、座席が馬に取り付けた鞍であって、腰部付近に反射球を取り付けるとともに複数台のTVカメラを配置したモーションキャプチャを用いて腰部付近の3次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始するものでは、モーションキャプチャを用いるから実際の馬の動きに追従することが可能である。

【0057】請求項3の発明のように、座席が鞍上の動きを模擬するシミュレータの座席であって、磁気計測装置を用いて腰部付近の3次元の位置情報の計測を開始すると同時に、テレメータによる脊椎起立筋、広背筋、左右の腹斜筋、腹直筋の表面筋電位の計測を開始するものでは、実際に馬を走らせることなく、室内でデータを作成することが可能になる。

【0058】請求項4の発明のように、請求項1ないし請求項3の計測結果から腰痛の防止に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報を抽出したり、請求項5の発明のように、請求項1ないし請求項3の計測結果からバランス保持に関連する筋肉群の訓練に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報を抽出したりすれば、腰痛の予防やバランス保持の訓練に適した腰部付近の動きを知ることができる。

【0059】請求項6の発明は、被訓練者が着座する座席と、座席を3次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段とを備え、各時刻における座席の位置が請求項4または請求項5の運動分析方法により抽出した腰痛の防止に適した腰部付近の3次元の位置移動に関する情報により決定されるものであり、被訓練者は座席に着座するだけで、とくに筋肉強化の努力をすることなく腰部を主体とする筋肉群を強化することができ、腰痛の予防やバランス機能の強化が行なえるという利点がある。

【0060】請求項7の発明のように、馬の速歩と駆歩とに対応してそれぞれ抽出された周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンを駆動手段に与えれば、腰痛の予防に効果があり、請求項8の発明のように、馬の常歩に対応して抽出

された周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンを格納するデータ記憶手段を備え、制御手段はデータ記憶手段から繰り返し読み出される単位パターンに急な変化を伴う変化パターンを不規則なタイミングで重畳して駆動手段に与えれば、バランス機能の強化に効果がある。

【0061】請求項9の発明のように、駆動手段が、座席を上下方向とロールとピッチとについて揺動させるように3自由度に構成されているものでは、6自由度の駆動手段を用いた場合と同様な効果を3自由度の駆動手段で実現することができ、単位パターンの生成が容易になるとともに、機構についてもコストを低減することができるという利点を有する。

【0062】請求項10の発明は、被訓練者が着座する座席と、座席を3次元で揺動させる駆動手段と、座席の位置を駆動手段に指示する制御手段と、請求項4または請求項5の運動分析方法により抽出した周期性を有する腰部付近の3次元の位置移動に関する情報から求めた座席の位置の単位パターンに直交変換を施して係数群をパラメータとして求めるパラメータ抽出手段と、パラメータを記憶するデータ記憶手段と、パラメータ記憶手段に格納されたパラメータを用いて各時刻の座席の位置を示す複数要素からなる位置データを求めて制御手段に与える演算手段とを備えるものであり、請求項6の発明と同様の効果に加えて、単位パターンに比較してデータ量の少ないパラメータをデータ記憶手段に格納しておけばよいから、データ記憶手段に格納しておくデータ量を低減することができるという利点がある。

【0063】請求項11の発明のように、演算手段が、位置データの各要素に乱数の変化値を加算して制御手段に与えるものでは、位置データに乱数を加算しているから、位置データに加算する乱数の振幅を位置データの時系列の振幅に比較して小さく設定しておけば、座席の動きが位置データを反映しながらも周期的で単調な動きではなくなり、腰痛の予防や緩和の効果が得られるのはもちろんのこと、飽きが生じたり慣れによって腰部の筋肉を使わずにバランスをとったりするようになるのを防止することができ、腰部を主体とする筋肉群の強化に高い効果を得ることができる。

【0064】請求項12の発明のように、演算手段が、位置データの各要素に $1/f$ ゆらぎを持つ変化値を加算して制御手段に与えるものでは、座席の揺動に $1/f$ ゆらぎが含まれるから、請求項11の発明と同様の効果に加えて、座席を機械的で不自然な動きではない自然なゆらぎを含む動きにすることができる。請求項13の発明のように、演算手段が、位置データの少なくとも1要素に係数を乗算して制御手段に与えるものでは、請求項6の発明と同様の効果に加えて、係数を適宜に設定することによって座席が揺動する振幅を変化させることができるから、使用者の習得度や慣れに応じて揺動の強さを変

えることができるという利点がある。

【0065】請求項14の発明のように、演算手段から制御手段に位置データを与える時間間隔を可変としたものでは、請求項6の発明と同様の効果に加えて、位置データを制御手段に与える時間間隔を変えることにより座席の揺動の繰り返し周期が変化し、座席の揺動する速さに変化を与えることができるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1の斜視図である。

【図2】同上に用いる平行機構を示す斜視図である。

【図3】同上のブロック図である。

【図4】同上における3次元の位置情報および筋電位の測定方法の説明図である。

【図5】同上における3次元の位置情報の測定方法の説明図である。

【図6】同上における3次元の位置情報および筋電位の測定結果を示す図である。

【図7】同上に用いるシミュレータの一例を示し、(a)は側面図、(b)は背面図である。

【図8】同上において速歩での3次元位置を示す図である。

【図9】同上において速歩での筋電図を示す図である。

【図10】同上において駆歩での3次元位置を示す図である。

【図11】同上において駆歩での筋電図を示す図である。

【図12】同上において単位パターンからの腰痛予防の揺動パターンの生成を示す説明図である。

【図13】同上において常歩での3次元位置を示す図である。

【図14】同上において常歩での筋電図を示す図である。

【図15】同上において単位パターンからのバランス機能強化の揺動パターンの生成を示す説明図である。

【図16】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

【図17】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

【図18】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

【図19】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

【図20】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

【図21】実施形態2に対応した測定結果を示す図である。

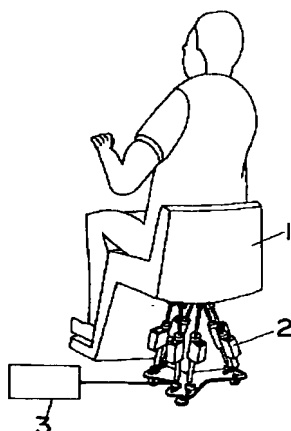
【図22】実施形態3との比較例として示す実施形態1のブロック図である。

【図23】実施形態3を示すブロック図である。

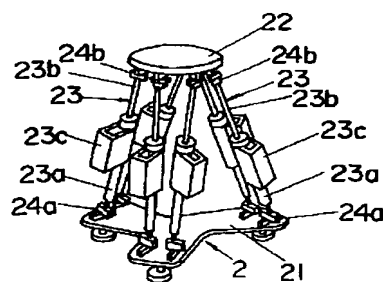
【符号の説明】

- 1 座席
- 2 パラレルメカニズム
- 3 制御装置
- 11 反射球
- 12 筋電位計測センサ
- 13 TVカメラ
- 30 演算部
- 31 データ入力部
- 31a 計測部
- 31b 処理部
- 31c パラメータ抽出部
- 32 データ記憶部
- 33 アクチュエータ制御部
- 34 駆動部
- 35 制御部

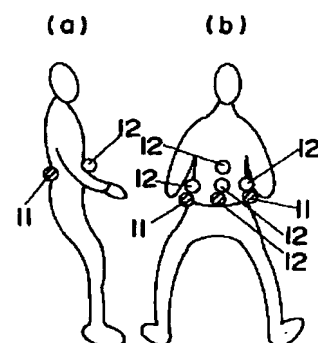
【図1】



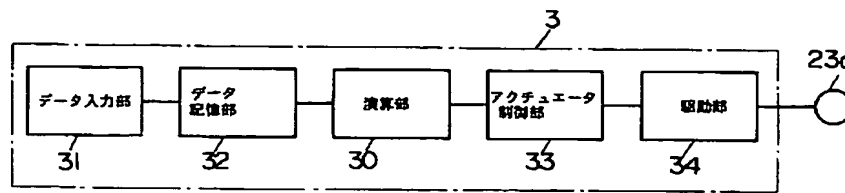
【図2】



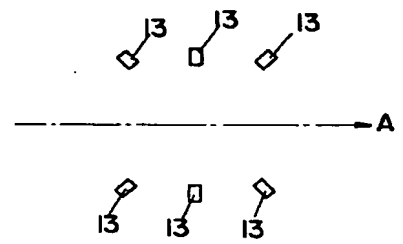
【図4】



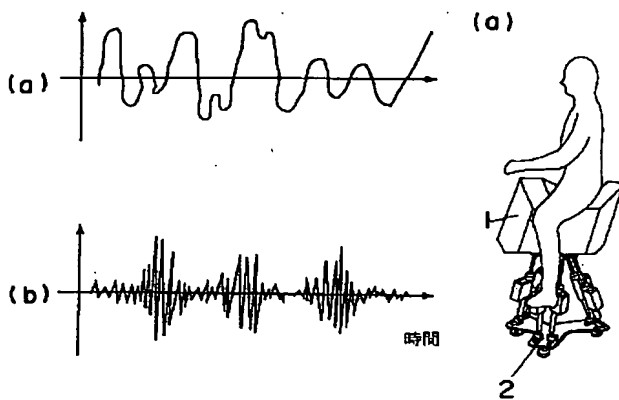
【図 3】



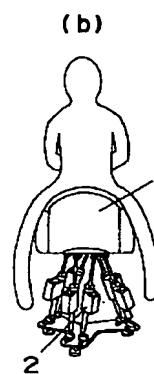
【図 5】



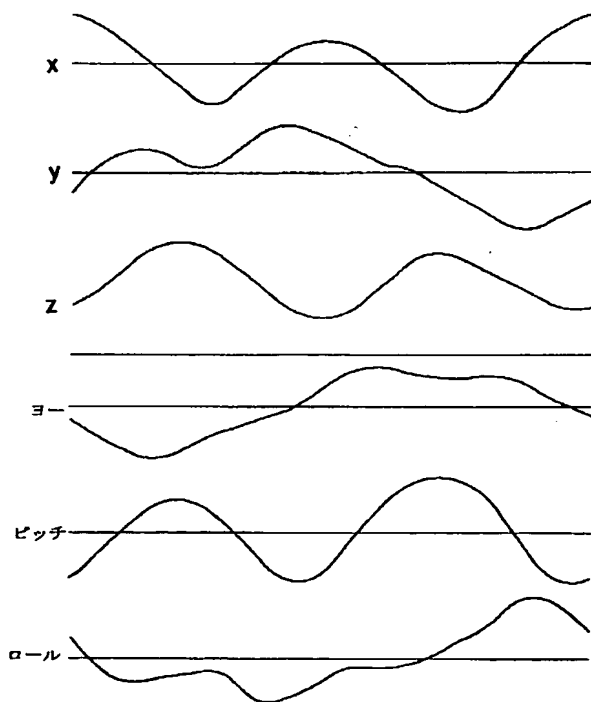
【図 6】



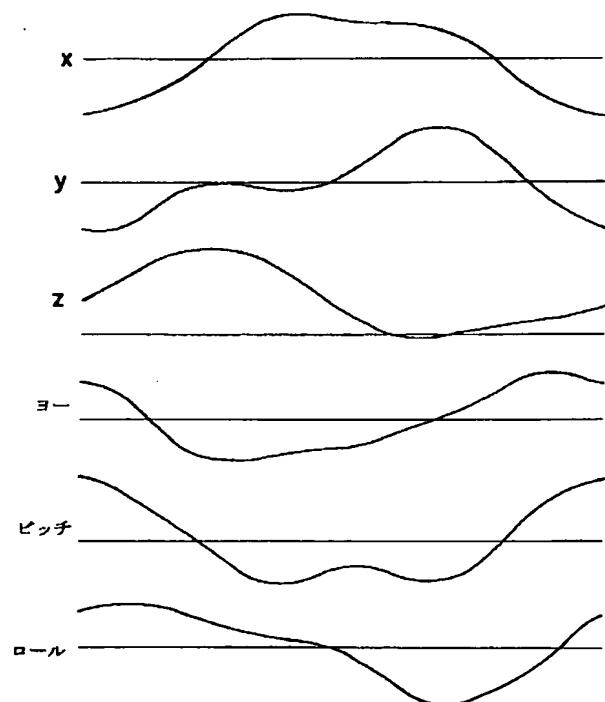
【図 7】



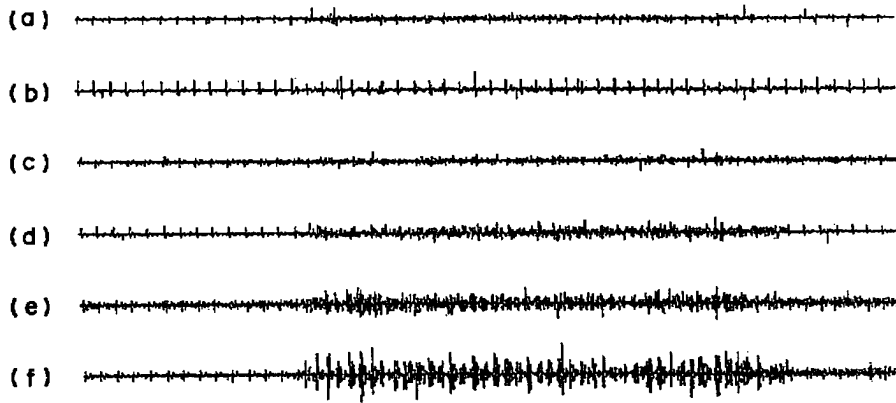
【図 8】



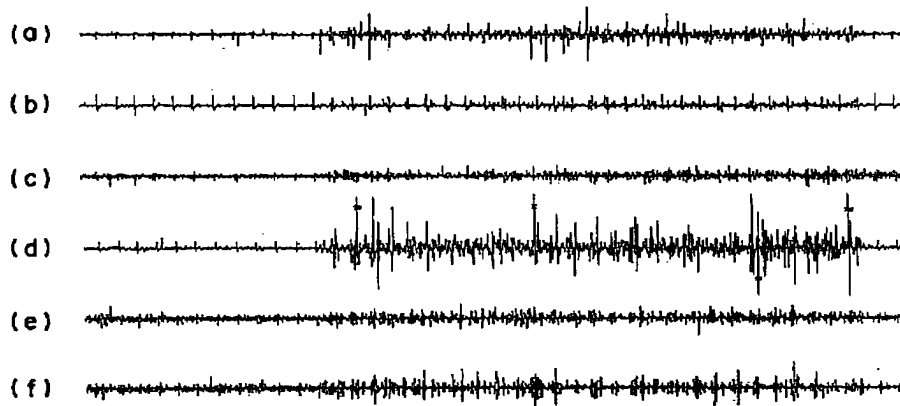
【図 10】



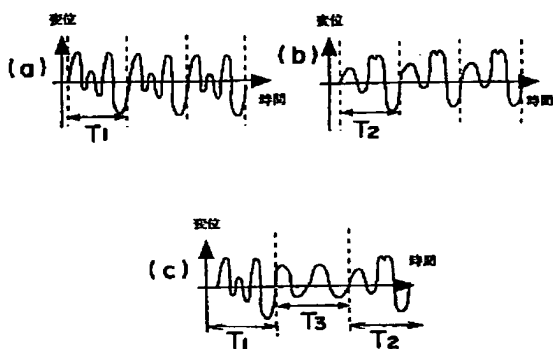
【図 9】



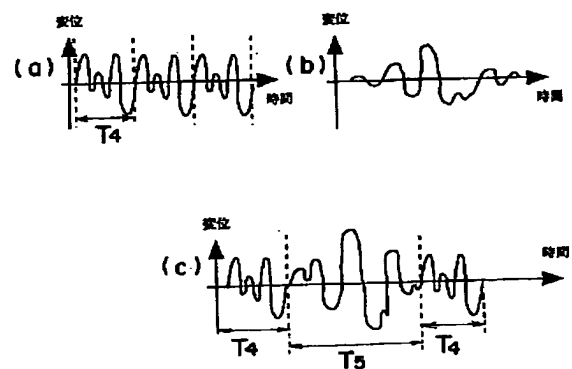
【図 11】



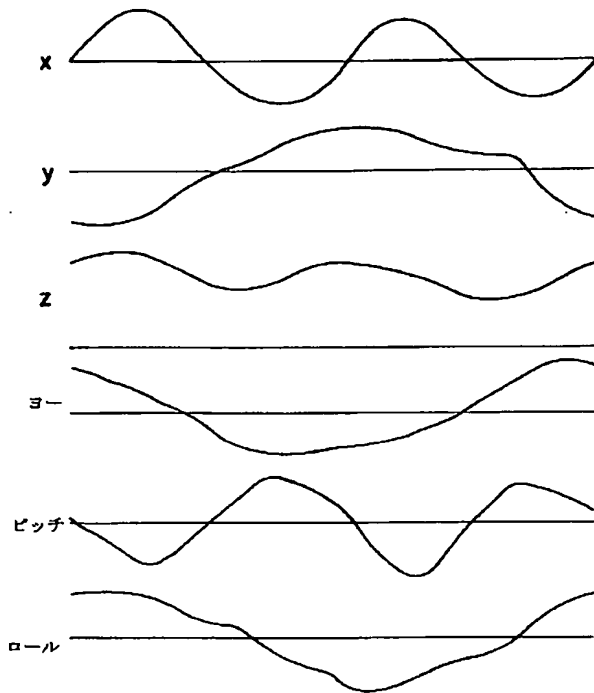
【図 12】



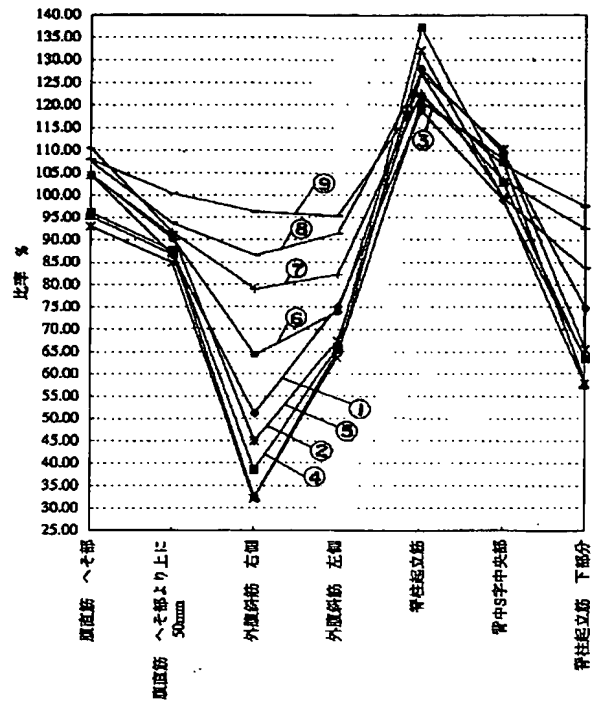
【図 15】



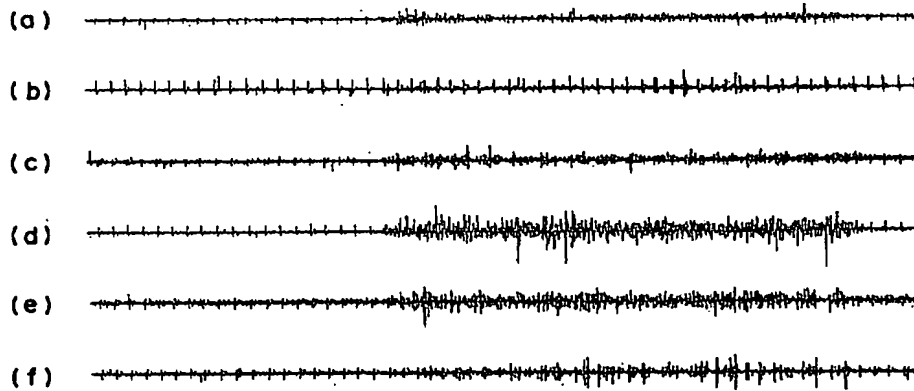
【図 13】



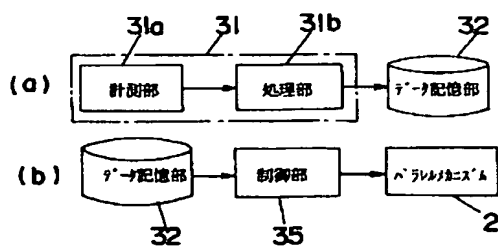
【図 18】



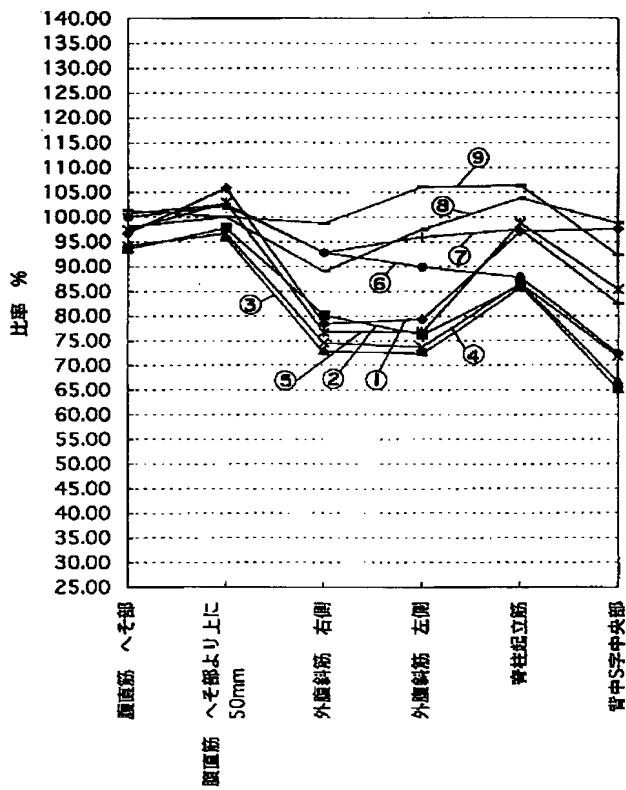
【図 14】



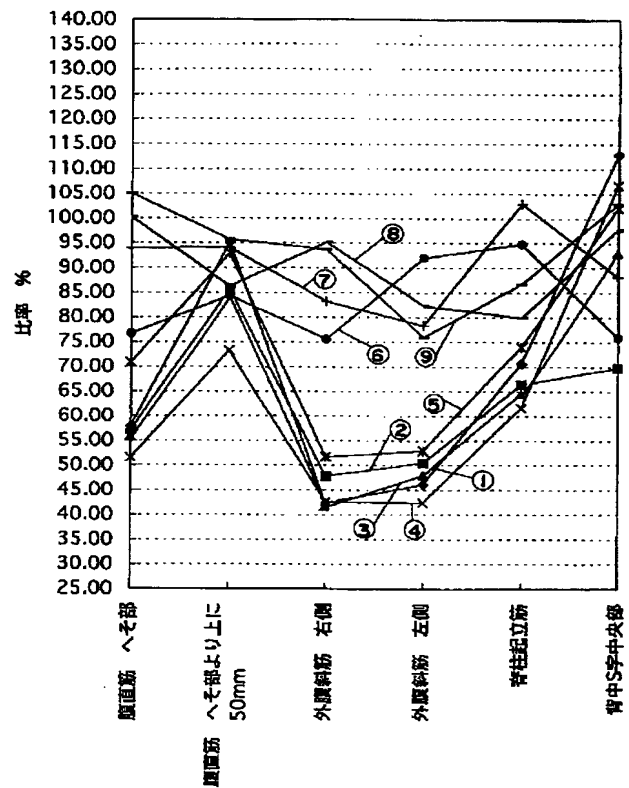
【図 22】



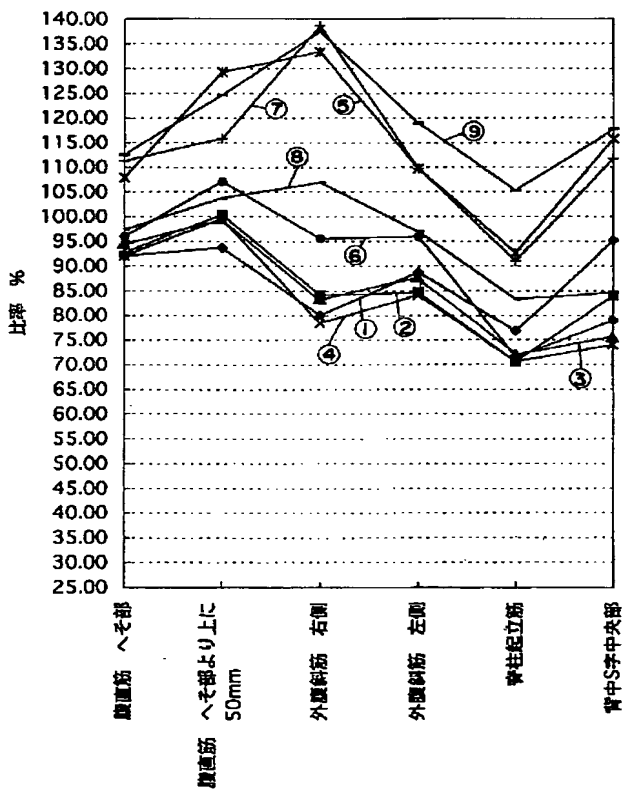
【図 16】



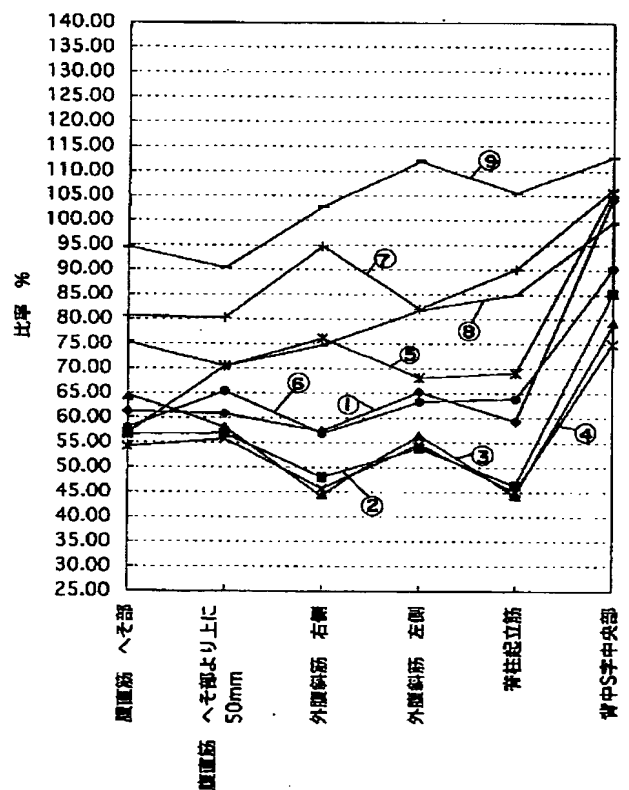
【図 17】



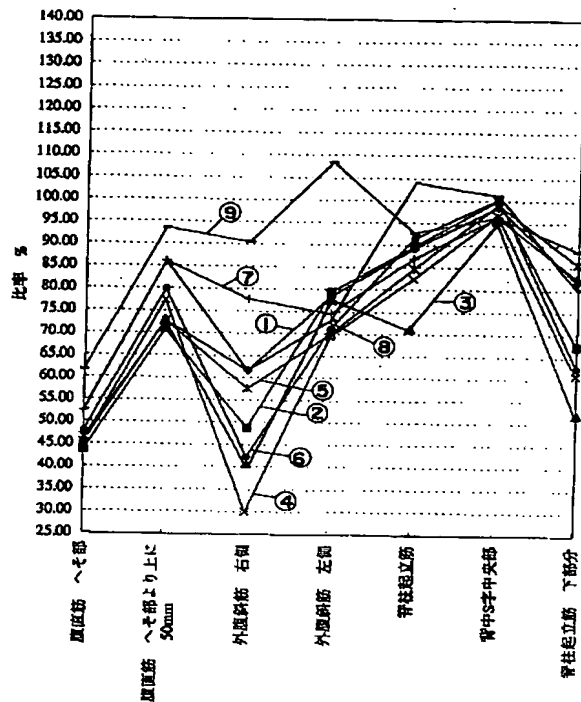
【図 19】



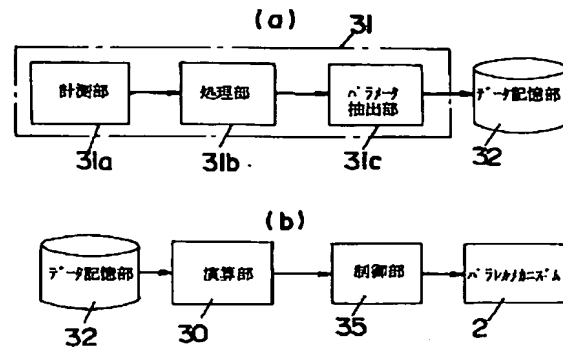
【図 20】



【図21】



【図23】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 幸男
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

(72)発明者 野村 淳二
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)